

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-138970

(43)Date of publication of application : 13.05.1992

(51)Int.Cl.

B62D 6/00  
 G05B 13/02  
 // B62D101:00  
 B62D103:00  
 B62D111:00  
 B62D113:00  
 B62D119:00  
 B62D137:00

(21)Application number : 02-262751

(71)Applicant : KAYABA IND CO LTD

(22)Date of filing : 29.09.1990

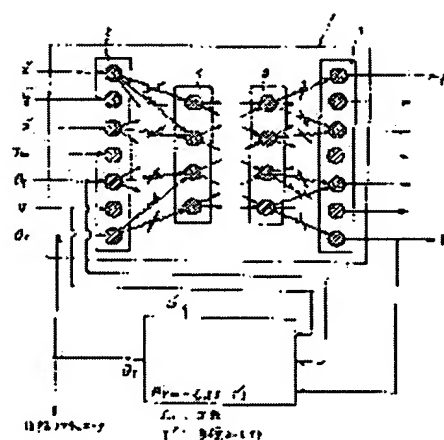
(72)Inventor : SUGIMOTO BUNICHI

## (54) REAR WHEEL STEERING ANGLE CONTROL METHOD

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To reduce the cost of a device by providing a vehicle parameter, such as a yaw rate, being an output value of a neural network by inputting the measuring value of an actual vehicle, such as steering torque, a front wheel steering angle, a rear wheel steering angle, or a car speed, as an input value, and controlling a rear wheel steering angle according to the parameter.

**CONSTITUTION:** Detecting signals for longitudinal, lateral, and vertical acceleration  $x''$ ,  $y''$ , and  $z''$ , steering torque  $T_{in}$ , a front wheel steering angle  $\theta_f$ , a car speed  $V$ , and a rear wheel steering angle  $\theta_r$  are inputted to an input layer 2 of a neural network 1 from respective sensors, and a lateral slip angle  $\beta$  and a yaw rate  $\gamma$  are outputted from an output layer 3 through intermediate layers 4 and 5. In this case, to obtain the high-precise lateral slip angle  $\beta$  and yaw rate  $\gamma$ , there is a need to properly set a weight between neurons. When the weight is decided, a back propagation method is employed, and each measuring value is used as a teacher signal. A controller 6 compares a target yaw rate  $\gamma$  with a yaw rate  $\gamma$  being an estimating value, and outputs the rear wheel signal control signal  $\gamma_r$  so as to eliminate a difference therebetween.



the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑫ 公開特許公報(A) 平4-138970

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)5月13日

B 62 D 6/00  
G 05 B 13/02  
// B 62 D 101:00  
103:00  
111:00  
113:00  
119:00  
137:00

L 9034-3D  
7740-3H

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 後輪舵角制御方法

⑯ 特 願 平2-262751

⑰ 出 願 平2(1990)9月29日

⑱ 発 明 者 杉 本 文 一 岐阜県可児市土田2548 カヤバ工業株式会社岐阜北工場内

⑲ 出 願 人 カヤバ工業株式会社 東京都港区浜松町2丁目4番1号 世界貿易センタービル

⑳ 代 理 人 弁理士 嶋 宣 之

明 細 書

1 発明の名称

後輪舵角制御方法

2 特許請求の範囲

車両パラメータを、他のパラメータを入力値としたニューラルネットワークの出力として得、この出力に応じて、後輪舵角を制御するとともに、ニューラルネットワークのニューロン間のウエイトは、実車両の計測値の入力信号を基にした出力値と、入力データとして与えられた教師信号とを比較し、その差が小さくなるようにバックプロパゲーション法により学習決定することを特徴とする後輪舵角制御方法。

3 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、車両の走行条件に応じて後輪の舵角を制御する制御方法に関する。

(従来の技術とその課題)

この種の制御方法として、例えば、特開昭63-287676号公報所載の発明が従来から知られてい

る。そして、この制御方法で用いられている制御則は、車両の運動理論に近似した理論式を使いやすい形に修正したものである。すなわち、前輪舵角に対するヨーレイトのゲインを周波数に関係なく一定にするために次のようにしている。

前輪舵角関数のラプラス変換値を $\delta_{r(s)}$ 、後輪舵角関数のラプラス変換値を $\delta_{r(s)}$ とする時、

$$\frac{\delta_{r(s)}}{\delta_{r(s)}} = \frac{BS^2 + CS + C}{AS + 1}$$

の制御関数で与えられる後輪舵角となるような制御ができるようにしている。なお、

A : 車速Vの関数A(V)

B : 車速V及び定常ヨーレイトゲイン

$\phi_0$ の関数B(V,  $\phi_0$ )

C : 車速V及び定常ヨーレイトゲイン

$\phi_0$ の関数C(V,  $\phi_0$ )

D : 車速V及び定常ヨーレイトゲイン

$\phi_0$ の関数D(V,  $\phi_0$ )

S : ラプラス演算子 である。

しかし、この方法では、楕形2輪モデルを採用しているため、ローリング、ピッチングあるいはバウシング等によるヨーレイトへの影響を評価できなかったり、車輪のコーナリングフォースなどの非楕形要素が考慮されなかったりして、実車両においてヨーレイトゲインを一定にすることができなかった。

また、別の制御方法として特開昭63-192666号公報所載の発明がある。このものは、センサで検出したヨーレイトをフィードバックして目標ヨーレイトに一致させるよう後輪を駆動するものである。そして、この場合には、実ヨーレイトをセンサでフィードバックするので、前者の従来例のような問題は発生しないが、センサが非常に高価なので、全体のコストが上昇してしまうという問題があった。

この発明の目的は、実ヨーレイト等の車両パラメータを、他の車両パラメータから簡単に計測できる制御方法を提供することである。

(課題を解決するための手段)

また、この車両パラメータを基にして後輪を制御するので、誤差等もほとんどなくなる。

(本発明の実施例)

第1図はこの実施例の制御ブロック図で、ニューラルネットワーク1の入力層には、各センサからの次の信号が入力するようにしている。すなわち、前後加速度 $\ddot{x}$ 、左右加速度 $\ddot{y}$ 、上下加速度 $\ddot{z}$ 、操舵トルク $T_{st}$ 、前輪舵角 $\theta_f$ 、車速 $V$ 、後輪舵角 $\theta_r$ のそれぞれの信号が上記入力層2に入力するようにしている。

上記のようにしたニューラルネットワーク1の構成を具体的に示したのが第2図である。この第2図からも明らかなように、入力層2には、前後加速度 $\ddot{x}$ 、左右加速度 $\ddot{y}$ 、上下加速度 $\ddot{z}$ 、操舵トルク $T_{st}$ 、前輪舵角 $\theta_f$ 、車速 $V$ 、後輪舵角 $\theta_r$ の信号が入力するニューロンモデルを設定する。また、その出力層3には、横すべり角 $\beta$ とヨーレイト $\dot{\gamma}$ とを出力するニューロンモデルを設定している。そして、中間層4、5にもニューロンモデル

(2) この発明は、車両パラメータを、他のパラメータを入力値としたニューラルネットワークの出力として得、この出力に応じて、後輪舵角を制御するとともに、ニューラルネットワークのニューロン間のウエイトは、実車両の計測値の入力信号を基にした出力値と、入力データとして与えられた教師信号とを比較し、その差が小さくなるようにバックプロパゲーション法により学習決定する点に特徴を有する。

(本発明の作用)

この発明は、上記のように構成したので、例えば、操舵トルク、前輪舵角、後輪舵角あるいは車速等の実車両の計測値を入力値としてニューラルネットワークの出力値であるヨーレイト等の車両パラメータを得、このパラメータに応じて後輪舵角を制御できる。

(本発明の効果)

ヨーレイト等、実際に計測するのが難しい車両パラメータを、ニューラルネットワークの出力として簡単に得ることができる。

の偏値を設定している。

このようにしたニューロンネットワーク1への入力の総和を $I_j$ とすると

$$I_j = \sum W_{ji} O_i$$

となる。ここで、 $W_{ji}$ はニューロン $i$ と $j$ 間のウエイトであり、 $O_i$ は $O_i = f_j(I_j)$ で与えられる。ここで $f_j$ は微分可能で非減少な関数である。

そして、この実施例では、ニューラルネットワークの入力は、上記のように前後加速度 $\ddot{x}$ 、左右加速度 $\ddot{y}$ 、上下加速度 $\ddot{z}$ 、操舵トルク $T_{st}$ 、前輪舵角 $\theta_f$ 、車速 $V$ 、後輪舵角 $\theta_r$ のように簡単に計測できる車両運動パラメータを用いている。このような車両運動パラメータを用いることによって、従来から計測が難しく、しかも高価なセンサを必要とすると思われていた横すべり角 $\beta$ とヨーレイト $\dot{\gamma}$ とを、簡単に得ることができる。

このとき精度のよい横すべり角 $\beta$ やヨーレイト $\dot{\gamma}$ を得るためには、各ニューロン間のウエイト

γを得るためには、各ニューロン間のウエイト  $w_{ij}$  を適切に設定する必要があるが、この実施例では上記ウエイトを決定する上において、バックプロパゲーション法を用いている。そして、このバックプロパゲーション法を用いる上で、車両の計測値の  $\ddot{x}$ 、 $\ddot{y}$ 、 $\ddot{z}$ 、 $T_{in}$ 、 $\theta_r$ 、 $V$ 、 $\theta$  を入力、 $\beta$ 、 $\gamma$  を教師信号としている。そして、この教師信号  $\beta$ 、 $\gamma$  と出力層3からの出力  $\beta$ 、 $\gamma$  の差がなるべく小さくなるように、上記バックプロパゲーション法で各ウエイト  $w_{ij}$  を学習させている。

そして、上記学習が終了して、各ニューロンモデルのウエイトが決まってから、前傾角速度  $\dot{x}$ 、左右加速度  $\ddot{y}$ 、上下加速度  $\ddot{z}$ 、操舵トルク  $T_{in}$ 、前傾舵角  $\theta_r$ 、車速  $V$ 、後傾舵角  $\theta$  の計測値を入力層2に入力すれば、出力層3から、俯度のよい推定値である傾すべり角  $\beta$  とヨーレイト  $\gamma$  とがえられることになる。

そして、第1図の場合には、上記ヨーレイト  $\gamma$

(3) のコントローラ6では、目標ヨーレイト  $\tilde{\gamma}$  と上記推定値のヨーレイト  $\gamma$  とを比較する。そして、両者の間に差があれば、その差をなくすに後傾舵角を制御する信号を出力する。

なお、上記の場合に、例えば、目標ヨーレイトを前傾舵角  $\theta_r$  と車速  $V$  で決定される定常ヨーレイトと等しくすれば、

$$\tilde{\gamma} = \frac{V}{L(1 + AV^2)} \theta_r$$

となる。なお、 $L$  はホイールベース、 $A$  は車両諸元によって決まるスタビリティ・ファクタである。

第2図の場合は、傾すべり角  $\beta$  をコントローラ6に入力し、それを目標傾すべり角  $\tilde{\beta}$  と比較し、それに差があれば、その差をなくすように後傾舵角を制御する。

なお、上記の場合に目標傾すべり角  $\beta$  を常にゼロとすれば、 $\tilde{\beta} = 0$  となる。

なお、上記第1、2図の場合には、ヨーレイト

γや傾すべり角βを別々にコントローラ6に入力したが、例えば、

$\theta_r = -c_1(\gamma - \tilde{\gamma}) - c_2(\beta - \tilde{\beta})$  として、ヨーレイトγと傾すべり角βをとともにその目標値  $\tilde{\gamma}$ 、 $\tilde{\beta}$  に近ずけるように後傾舵角を制御してもよいし、別の制御方式を用いてもよいものである。

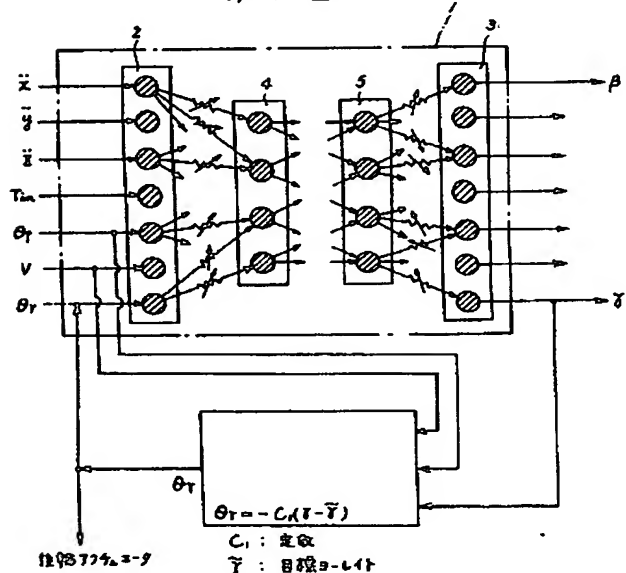
また、例えば、上下加速度  $\ddot{z}$  を各輪ごとに4点計測して、それを入力してもよいもので、この場合にも基本的な考え方はかわらない。さらに、上記以外の車両パラメータとして、例えば、エンジン・トルク、ブレーキ圧等を加えてもよいこと当然である。

#### 4 図面の簡単な説明

図面第1図はこの発明の実施例を示す制御ブロック図、第2図は他の実施例を示す制御ブロック図である。

1 ニューラルネットワーク。

図1



(4)

図 2 \*

